



500.42823X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): TOMIMATSU, et al

Serial No.: 10/619,445

Filed: July 16, 2003

Title: APPARATUS FOR SPECIMEN FABRICATION AND METHOD FOR  
SPECIMEN FABRICATION

**LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

October 3, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby  
claim(s) the right of priority based on:

**Japanese Patent Application No. 2003-001665**  
**Filed: January 8, 2003**

A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

Melvin Kraus  
Registration No. 22,466

MK/rp  
Attachment

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年    1 月    8 日  
Date of Application:

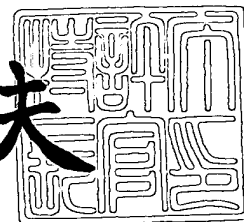
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 0 1 6 6 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 0 1 6 6 5 ]

出      願      人            株式会社日立ハイテクノロジーズ  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 4 6 8 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 H02015451A

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

【氏名】 富松 聡

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

【氏名】 福田 宗行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

【氏名】 志知 広康

【特許出願人】

【識別番号】 501387839

【氏名又は名称】 株式会社日立ハイテクノロジーズ

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 試料作製装置および試料作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試料基板を載置する可動の試料台と、前記試料基板の所望領域近傍に加工ビームを照射し前記試料基板の所望領域を含む微小試料を切り出すためのエネルギービーム光学系と、前記基板の所望領域近傍にその一部を接触させるためのプローブと、前記プローブと前記基板の所望領域近傍部を固定するためのプローブ・基板接続手段と、前記微小試料を支持する微小試料ホルダを可動に保持する微小試料ホルダ保持具と、前記プローブと微小試料ホルダの間に電圧を印加して前記プローブと前記微小試料ホルダを通電溶接するプローブ通電回路と、前記プローブを駆動するプローブ駆動装置と、前記プローブ駆動装置を制御してプローブと微小試料ホルダを接近させるプローブ位置制御装置とを有することを特徴とする試料作製装置。

【請求項 2】

前記プローブ位置制御装置は、前記プローブと前記微小試料ホルダ間に電圧印加した後に前記プローブ駆動装置を駆動してプローブを試料ホルダに接近させるものであることを特徴とする請求項 1 記載の特徴とする試料作製装置。

【請求項 3】

前記エネルギービーム光学系が、イオンビームを照射するイオンビーム光学系であることを特徴とする請求項 1 記載の試料作製装置。

【請求項 4】

前記プローブ通電回路を用い、かつ、前記プローブと前記微小試料ホルダ間の印加電圧が 200V 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の試料作製装置。

【請求項 5】

前記プローブ・基板接続手段が、前記プローブと前記基板間への電圧印加により通電溶接する電圧印加回路を有することを特徴とする請求項 1 記載の試料作製装置。

【請求項 6】

試料基板の所望領域にプローブ先端部を固定するプローブ・試料固定工程と、その固定状態を保ったままで、前記基板から前記所望領域を切り出し、前記所望領域を前記試料基板から分離する微小試料分離工程と、前記微小試料を微小試料ホルダの所望位置上へ移動させ、前記微小試料を前記微小試料ホルダ上へ固定し、その後に前記微小試料の固定された前記プローブのうちその先端部分近傍で前記プローブを切断することを特徴とする試料作製方法。

【請求項 7】

前記微小試料の下面と前記微小試料ホルダの間を一定の間隙を保って両者を固定することを特徴とする請求項 6 記載の試料作製方法。

【請求項 8】

前記プローブと前記微小試料ホルダを通電溶接するプローブ・微小試料ホルダ溶接工程有することを特徴とする請求項 6 記載の試料作製方法。

【請求項 9】

前記プローブと前記微小試料ホルダの接近は、前記通電溶接のための電圧印加工程の後に行うことを特徴とする請求項 8 記載の試料作製方法。

【請求項 1 0】

試料基板の観察すべき領域の近傍部にプローブ先端部を固定するプローブ固定工程と、前記観察すべき領域を含む微小試料を前記プローブ先端部に固定された状態で前記試料基板から分離する微小試料分離工程と、前記プローブと微小試料ホルダの間に電圧を印加する電圧印加工程と、前記電圧印加工程の後に前記微小試料と前記微小試料ホルダを接近させる微小試料接近工程と、前記微小試料と前記微小試料ホルダを通電溶接して固定する微小試料・微小試料ホルダ溶接工程と、前記微小試料ホルダに固定接続された前記微小試料から前記プローブを切断するプローブ切断工程とを有することを特徴とする試料作製方法。

【請求項 1 1】

前記微小試料分離工程にイオンビーム加工を使用することを特徴とする請求項 1 0 記載の試料作製方法。

【請求項 1 2】

前記微小試料が透過型電子顕微鏡用試料であることを特徴とする請求項 1 0 記

載の試料作製方法。

【請求項 13】

前記微小試料の高さは  $5\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする請求項 10 記載の試料作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、試料作製方法及び装置、さらに詳しくは、半導体ウェーハや半導体デバイスチップ等からそれらの特定微小領域を含む微小試料をイオンビームを用いて分離摘出し、前記特定微小領域の観察、分析、計測を行なうための試料を作製する方法及びそのための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年半導体素子の微細化が急速に進み、これら半導体素子の構造解析には、通常の走査型電子顕微鏡（以下、SEMと略記する）の分解能では最早観察できない程の極微細構造の観察が要求されるようになってきており、前記のSEMに代えて、透過型電子顕微鏡（以下、TEMと略記する）による観察が不可欠となってきた。このTEM観察では観察対象を電子ビームが透過する膜厚、例えば  $100\text{nm}$  程度の厚さに加工する必要がある。このTEM試料作製法として、集束イオンビーム（以下、FIBと称する）加工を用いて試料基板の中の観察すべき部分のみを微小試料としてプローブで摘出する方法がある。この方法については、国際特許公開公報WO99/05506（公知例1）に開示されている。まず、最初に試料基板上の観察領域（TEM観察用薄膜形成領域）にFIB加工等を用いてマーキングを施しておく。次に、2個のマーク200、200'を結ぶ直線の延長上で、前記2個のマークの両外側にFIB201の照射により2個の矩形穴202、202'を設ける（図2(a)）。次に、前記マーク200、200'間を結ぶ直線と平行に、かつ一端が矩形穴202'に達し他端が矩形穴202には僅かに達しないようにして、FIB走査によって細長い垂直溝203を形成する。一方の矩形穴202と垂直溝203との間に残された残存領域204は

、後に、前記観察領域を含む微小試料を試料基板から分離する際、微小試料を仮保持しておくための支持部となる（図2（b））。前記の工程で水平に保たれていた試料基板面を傾斜させてから、前記マーク200、200'間を結ぶ直線と平行に、かつ、先に形成した垂直溝203とは反対の側に、FIB照射によって傾斜溝205を形成する。ここで、前記した2個のマーク200、200'間を結ぶ直線は試料台（図示省略）の傾斜軸と平行に設定されているので、垂直溝203側に対し傾斜溝205側が上となるように試料基板面を傾斜させる。傾斜溝205は、両矩形穴202、202'間を結んで形成する。傾斜溝205はその底部で先に形成した垂直溝203底部と交わり、その結果、マーク200、200'を含んだクサビ型の微小試料部206が、支持部204だけを残し、試料基板から分離され、支持部204によって片持ち支持された状態となる（図2（c））。次に、試料基板面を水平に戻してから、微小試料部206の支持部204とは反対側端部に試料移送装置のプロープ207の先端部を接触させる。次いで、微小試料部206にプロープ207先端部を固定接続するために、プロープ207先端部を含む領域に、デポジション用ガスを供給しながら、FIB201を照射（走査）して、該FIB照射領域にデポ膜208を形成する。このデポ膜208を介してプロープ207先端部と微小試料部206とが固定接続される（図2（d））。微小試料部206を試料基板から摘出するために、微小試料部206を仮保持している支持部204にFIB201を照射して、スパッタ加工により支持部204を除去して、微小試料部206を保持状態から開放させる（図2（e））。これにより、微小試料209は、試料基板から完全に分離摘出された状態となる（図2（f））。次いで、試料基板から分離摘出された微小試料209をプロープ207先端部に固定接続した状態で微小試料ホルダ210上に移動させる。試料台移動により、微小試料ホルダ210がFIB201の走査範囲内に入ったら、その位置で試料台の移動を停止してから、プロープ201を下方に押し下げ、微小試料209を微小試料ホルダ210上面へと接近させる（図2（g））。微小試料209が試料ホルダ210上面に接触したら、両者の接触部位にデポガスを導入しながらFIB201を照射してデポ膜211を形成し、このデポ膜211を介して微小試料209を微小試料ホルダ210上に固定接続する。形成されたデ

ポ膜 211 は、その一部で微小試料ホルダ 210 上に、他の一部で微小試料 209 の側面に付着して、両者間を固定接続する（図 2（h））。次に、前記したデポガスの供給を停止した後、プローブ 207 と微小試料 209 とを固定接続しているデポ膜 208 に FIB を照射して、該デポ膜 208 をスパッタ除去するか、またはプローブを切断することで、プローブ 207 を微小試料 209 から切り離す。これにより、微小試料 209 は微小試料ホルダ 210 上に固定保持されて、プローブ 207 からは完全に自立する（図 2（i））。最後に、FIB 照射によって、微小試料の観察所望領域が厚さ 100 nm 以下程度の薄膜 212 になるように薄く仕上げ加工して、一連の TEM 試料作製工程を完了する（図 2（j））。従来は以上のような工程で TEM 試料を作製していた。

### 【0003】

#### 【発明が解決しようとする課題】

前記の公知例 1 においては、1～2 時間程度で TEM 試料作製が可能である。しかし、半導体デバイス製造では、歩留りの向上が即利益の向上に結びつくため、より短 TAT（Turn Around Time）での不良解析が望まれる。このため、この TEM 試料作製も更なる短時間化が望まれている。前記試料作製工程の中で、FIB アシストデポジションを用いた微小試料の微小試料ホルダへの固定工程では、デポ膜形成のために 15 分程度の時間を要する。これに対し、TEM 試料作製についての内容ではないが、デポを用いずに試料を基板に瞬間に固定できる方法として、アーク放電を用いる方法が特開平 9-85437（公知例 2）に記載されている。この方法について、図 3 を用いて説明する。マイクロプローブ 301 を対象となる金属微小物 302 の上方に移動する。この時の高電圧直流電源 303 によるマイクロプローブ 301 と導電性基板 304 との間の印加電圧は 0 V である（図 3（a））。次にマイクロプローブ 301 を金属微小物 302 に接触させ、電圧を数十 V 程度印加する。この印加電圧により静電気力が発生し、マイクロプローブ 301 の先端に金属微小物 302 を吸着する（図 3（b））。この金属微小物 302 を引き上げ、導電性基板 304 の所定の位置の上方に移動する（図 3（c））。その所定の位置に金属微小物 302 を接触させ（図 3（d））、この状態で十 kV 程度の高電圧を印加して、導電性基板 304 と金属微小物 302 の間に



発生させた接触アーク放電 305 により、金属微小物 302 を導電性基板 304 に接合する（図 3(e)）。この方法の場合は、アーク放電を用いるため、瞬間的に接合することができる。しかし、この方法を TEM 観察試料作製に適用する場合、観察対象である微小試料に 10 kV もの高電圧を印加すること、微小試料自身がアーク溶接で熔融すること、微小試料に電流が流れることを考えると、不良解析すべき観察対象がこの接合時に変質してしまっている可能性を否定できない。このため、観察対象物の変質を起さない固定法が望ましい。

#### 【0004】

また、前記公知例 1 や 2 のように微小試料自身を試料ホルダへ固定する場合、以下の理由で微小試料の高さを確保する必要がある。まず、公知例 1 の TEM 試料の場合は、TEM 観察時の微小試料周りは図 4 に示す通りである。すなわち、微小試料ホルダ 210 の端面に微小試料 209 が固定されており、電子線を矢印 401 のように微小試料 209 に照射し、透過させることで微小試料 209 の内部構造を観察する。これを矢印 402 の方向から見た電子線 401 が通る位置の断面図が図 5(a) である。ここで薄膜 212 が観察すべき領域である。ここで、微小試料ホルダ 210 の微小試料 209 固定面は、できる限り平坦なものを使用するとはいえ、やはり若干の凹凸を有する。このため、微小試料の高さを低くした場合は図 5(b) に示す通り、観察領域 501 を透過した電子線 401 が微小試料ホルダで遮蔽されてしまい、観察できない場合がある。

#### 【0005】

また、TEM 観察では、試料の結晶方向を電子線入射方向に合せたり、わざとずらしたりすることで、構造による像のコントラストを変えたり、格子像を観察しやすくしたりすることが一般に行われる。このため、電子線入射方向（矢印 401 の方向）に対して微小試料ホルダ 210 を図 5(c) のように傾斜させる場合があるが、微小試料 502 の高さが小さい場合には観察領域 501 を透過した電子線 401 が微小試料ホルダで遮蔽されてしまい、観察できない場合がある。この傾斜角度は、一般には ±15 度程度以下である。微小試料ホルダ 210 は、強度等から取扱い易さを考えると 30 μm 程度の厚みを有することが望まれる。この場合、例えば図 5(c) のように微小試料 502 が微小試料ホルダ 210 の厚み

方向の真中に設置されている場合は、15度微小試料ホルダ210を傾斜しても電子線が微小試料ホルダ201によって遮蔽されない領域は、約4 $\mu$ mより上の領域になる。このため、観察領域501の下に少なくとも4 $\mu$ m以上の高さが必要とされる。

#### 【0006】

また、TEMで試料の元素分析を行うためにエネルギー分散型X線分光分析法(EDX)を使用する場合がある。これは、図5(d)に示すように観察領域501を電子線が矢印401の経路を透過する際に、試料内部の原子との相互作用により、原子種に対応したX線503が発生し、このX線をX線検出器504で検出することで試料の元素を同定する方法である。この場合、図5(d)に示すように微小試料502の高さが小さく観察領域501のすぐ近くに微小試料ホルダ210があると、観察試料で散乱された散乱電子505が微小試料ホルダ210にも照射されてしまい、微小試料ホルダ210からX線506が発生してしまい、X線検出器504で微小試料ホルダ210の構成物質がスペクトルとして検出されてしまうため、バックグラウンドノイズとなってしまうという問題が起こる。

#### 【0007】

前記の傾斜観察やEDXの場合を考慮すると、微小試料209の観察領域501はできる限り微小試料ホルダ210から離すことが望まれる。現実的なサイズとしては微小試料209の高さが10 $\mu$ m~15 $\mu$ m程度が望まれる。このようなサイズの微小試料209を作製する場合、図2の(b)(c)で加工される矩形穴202、202'と垂直溝203と傾斜溝205を含むFIBでの加工体積は約5000 $\mu$ m<sup>3</sup>と見積もられる。これは30keV、10nAのFIBで加工する場合は、試料がSiデバイスの場合には、30分程度の加工時間が必要である。もちろん、より切れ味がシャープなビームを使用するために、例えばビーム電流を5nAに小さくしたFIBを用いればFIBによる前記加工時間は倍の1時間程度を要する。試料作製時間を短縮するためには、この加工体積を小さくしたいわけであるが、微小試料高さの減少は、微小試料209の下辺を微小試料ホルダ210に固定する限り、前記のような問題を引き起こす。このため、試料作製時間を短縮することが難しかった。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

従って、本発明の目的は、上述したような従来方法における諸問題を解消できるよう改良された試料作製方法、およびその方法を実施するのに使用して好適な試料作製装置を提供することである。

すなわち、本発明の第1の目的は、微小試料を変質させる可能性が少なく、短時間で微小試料を試料ホルダに固定可能な試料作製装置を提供することである。

本発明の第2の目的は、微小試料の加工体積を小さくしてもTEM観察やEDX分析に問題がない試料作製装置を提供することである。

## 【0009】

本発明の第3の目的は、微小試料を変質させる可能性が少なく、短時間で微小試料を試料ホルダに固定可能な試料作製方法を提供することである。

本発明の第4の目的は、微小試料の加工体積を小さくしてもTEM観察やEDX分析に問題がない試料作製方法を提供することである。

前記した第1、2の目的を達成するため、本発明の試料作製装置においては、  
(1) 試料基板を載置する可動の試料台と、試料基板の所望領域近傍に加工ビームを照射し試料基板の所望領域を含む微小試料を形成加工するエネルギービーム光学系と、基板の所望領域近傍に接触させるプローブと、プローブと基板の所望領域近傍部を接続するプローブ・基板接続手段と、微小試料を支持する微小試料ホルダを可動に保持する微小試料ホルダ保持具と、プローブと微小試料ホルダの間に電圧を印加してプローブと微小試料ホルダを通電溶接するプローブ通電回路と、プローブを駆動するプローブ駆動装置と、プローブ駆動装置を制御してプローブと微小試料ホルダを接近させるプローブ位置制御装置とを有する構成とすることで、微小試料変質を抑制し、短時間での微小試料固定が可能な装置となる。  
また、

(2) 試料基板を載置する可動の試料台と、試料基板の所望領域近傍に加工ビームを照射し試料基板の所望領域を含む微小試料を形成加工するエネルギービーム光学系と、基板の所望領域近傍に接触させるプローブと、プローブと基板の所望領域近傍部を接続するプローブ・基板接続手段と、微小試料を支持する微小試料

ホルダを可動に保持する微小試料ホルダ保持具と、プローブと微小試料ホルダの間に電圧を印加してプローブと微小試料ホルダを通電溶接するプローブ通電回路と、プローブを駆動するプローブ駆動装置と、プローブ通電回路のプローブと微小試料ホルダ間の電圧印加の後にプローブ駆動装置を駆動してプローブを試料ホルダに接近させるプローブ位置制御装置とを有する構成とすることで、溶接に必要な印加電圧を低く押さえることが可能となり、微小試料変質可能性を更に低減することが可能な装置となる。また、

(3) (1) (2) において、エネルギービーム光学系が、イオンビームを照射するイオンビーム光学系とすることにより、微細な微小試料を作製することが可能となる。また、

(4) (1) ~ (3) において、プローブ通電回路がプローブと前記微小試料ホルダ間に掛ける印加電圧が200V以下である構成とすることで、微小試料変質可能性を更に低減することができる。また、

(5) (1) ~ (4) において、プローブ・基板接続手段が、プローブと基板間への電圧印加により通電溶接する電圧印加回路を有することにより、更なる短時間化と汚染の少ない清浄な試料作製が可能である。

#### 【0010】

また、前記した第3、4の目的を達成するため、本発明の試料作製方法においては、

(6) 試料基板の観察すべき領域の近傍部にプローブ先端部を固定接続するプローブ接続工程と、観察すべき領域を含む微小試料をプローブ先端部に固定接続された状態で試料基板から分離する微小試料分離工程と、微小試料の下面と微小試料ホルダの間を一定の間隙を持って固定する微小試料固定工程を含む方法とすることで、試料サイズを小さくすることが可能となり、短時間での微小試料作製が可能となる。また、

(7) 試料基板の観察すべき領域の近傍部にプローブ先端部を固定接続するプローブ接続工程と、観察すべき領域を含む微小試料をプローブ先端部に固定接続された状態で試料基板から分離する微小試料分離工程と、プローブと微小試料ホルダを接合させるプローブ・微小試料ホルダ接合工程と、微小試料ホルダに固定接

続された微小試料からプローブを切断するプローブ切断工程とを含む方法とすることで、試料サイズを小さくすることが可能となり、短時間での微小試料作製が可能となり、更にプローブで確実に微小試料を微小試料ホルダに固定することが可能となる。また、

(8) 試料基板の観察すべき領域の近傍部にプローブ先端部を固定接続するプローブ接続工程と、観察すべき領域を含む微小試料をプローブ先端部に固定接続された状態で試料基板から分離する微小試料分離工程と、プローブと微小試料ホルダの間に電圧を印加する電圧印加工程と、プローブと微小試料ホルダを接近させるプローブ接近工程と、プローブと微小試料ホルダを通電溶接するプローブ・微小試料ホルダ溶接工程と、微小試料ホルダに固定接続された微小試料からプローブを切断するプローブ切断工程とを含む方法とすることで、微小試料変質を抑制し、短時間での微小試料固定が可能となる。また、

(9) (8)において、プローブと微小試料ホルダの接近は、電圧印加工程の後に行うことにより、溶接に必要な印加電圧を低く押さえることが可能となり、微小試料変質可能性を更に低減することが可能となる。また、

(10) 試料基板の観察すべき領域の近傍部にプローブ先端部を固定接続するプローブ接続工程と、観察すべき領域を含む微小試料をプローブ先端部に固定接続された状態で試料基板から分離する微小試料分離工程と、プローブと微小試料ホルダの間に電圧を印加する電圧印加工程と、電圧印加工程の後に微小試料と微小試料ホルダを接近させる微小試料接近工程と、微小試料と微小試料ホルダを通電溶接する微小試料・微小試料ホルダ溶接工程と、微小試料ホルダに固定接続された微小試料からプローブを切断するプローブ切断工程とを含む方法とすることで、微小試料の微小試料ホルダへの短時間での固定が可能となる。また、

(11) (6) ~ (10)において、微小試料分離工程にイオンビーム加工を使用することにより、微細な微小試料を作製することが可能となる。また、

(12) (6) ~ (11)において、微小試料が透過型電子顕微鏡試料であることにより、 $0.1\mu\text{m}$ オーダの観察薄膜を作製する必要がある試料を従来と比較して十分に短時間で作製することが可能となる。また、

(13) (6) ~ (12)において、微小試料が高さ $5\mu\text{m}$ 以下であることによ

り、微小試料を摘出するための周囲加工が必要な体積を従来と比較して減少させることができるため、短時間での試料作製が可能となる。

### 【0011】

#### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を説明する。

#### ＜実施形態1＞

本実施の形態では、本願による試料作製装置の一例について説明する。

### 【0012】

図1に試料作製装置の構成を示す。試料作製装置は、半導体ウェーハ101等の試料基板を載置する可動の試料台102と、ウェーハ101の観察、加工位置を特定するため試料台102の位置を制御する試料位置制御装置103と、ウェーハ101にイオンビーム104を照射して加工を行うイオンビーム光学系105と、ウェーハ101の近傍を観察するための電子ビーム106を照射する電子ビーム光学系107と、ウェーハ101からの2次電子を検出する2次電子検出器108を有する。イオンビーム光学系105の構成は以下の通りである。イオンを発生するイオン源115は加速電源116により接地電位に対して加速電圧が印加される。イオン源115のイオン放出が不安定な場合には通電加熱電源117により通電加熱を行い、イオン源115の状態改善をする。イオンの引出し電界を形成する引き出し電極118は、引き出し電源119によりイオン源115に対して引出し電圧が印加される。これにより引き出されたイオンビームは、アパーチャ120によりビーム広がり制限される。このアパーチャ120は、引き出し電極118と同電位である。このアパーチャ120を通過したイオンビームは、集束電源121により集束電圧を印加された集束レンズ122により集束される。集束されたイオンビームは、偏向電源123が印加される偏向器124により、走査、偏向が行われる。偏向されたイオンビームは、対物電源125により対物電圧を印加された対物レンズ126によりウェーハ101表面上に集束される。前記の加速電源116、引き出し電源119、集束電源121、偏向電源123、対物電源125は、イオンビーム光学系制御装置127により制御される。イオンビーム104により加工されたウェーハ101内の微小試料を摘

出するプローブ128は、プローブ位置制御装置130で制御されるプローブ駆動装置129で駆動される。プローブ128と微小試料の固定等に使用されるイオンビームアシストデポジション膜を形成するためのデポジションガスを供給するデポジションガス源131はデポジションガス源制御装置132により、その位置、ヒータ温度、バルブ開閉等を制御される。摘出された微小試料を固定する微小試料ホルダ138を保持するための微小試料ホルダ保持具136は試料台102の脇に配置されている。また、プローブ通電回路139はプローブ128と微小試料ホルダ138間に電圧を印加する。本例の場合は、微小試料ホルダ138は導電性の微小試料ホルダ保持具136により固定され、更にこの微小試料ホルダ保持具136は導電性の試料台102上に設置されているため、プローブ通電回路139の配線は試料台102に接続されている。本実施例で用いたプローブ通電回路139の場合は、200V程度まで電圧印加が可能であり、過電流防止に20M $\Omega$ 内部抵抗を有している。電子ビーム光学系107は電子ビーム光学系制御装置133により電子ビーム照射条件、位置等を制御される。イオンビーム光学系制御装置127、試料位置制御装置103、プローブ位置制御装置130、二次電子検出器108の検出情報を表示する表示装置134、プローブ通電回路139等は、中央処理装置135により制御される。試料台102、微小試料ホルダ保持具136、イオンビーム光学系105、電子ビーム光学系107、二次電子検出器108、プローブ128等は真空容器137内に配置される。

### 【0013】

ここで、微小試料の微小試料ホルダへの固定について説明する。この固定について特に重要な構成部だけを図1から抜粋した構成を図6に示す。ここでは、プローブ駆動装置129の先端のプローブ128に既に微小試料601が固定されている状態を示している。ここで、本来プローブ駆動機構は20～30cm程度の大きさであり、微小試料ホルダ138は3mm程度の大きさである。ここでは分かりやすくするために微小試料601やその周りを拡大して描いており、2箇所描かれているプローブ128は同一の物である。また、試料台102は模式図化している。プローブ通電回路139はプローブ128と微小試料ホルダ138間に電圧を印加できる回路である。但し、本実施例では前記の通り試料台10

2 に電極を取りつけている。もちろんこの電極は、微小試料ホルダ保持具 1 3 6 や微小試料ホルダ 1 3 8 に直接取りつけても良い。このプローブ通電回路 1 3 9 とプローブ位置制御装置は中央処理装置 1 3 5 からの命令に基づいて制御される。即ち、プローブ通電回路 1 3 9 の電圧印加や、プローブ位置制御装置 1 3 0 によるプローブ 1 2 8 の微小試料ホルダ 1 3 8 への接近、接触等について、その順序、タイミング等を制御する。

#### 【 0 0 1 4 】

ここで、微小試料 6 0 1 の微小試料ホルダ 1 3 8 への固定時のプローブ位置制御装置 1 3 0 によるプローブ 1 2 8 移動制御について図 7 を用いて説明する。前記した従来例の場合は、微小試料 6 0 1 を試料ホルダに直接接触させ、F I B アシストデポジション（公知例 1）や 1 0 k V 程度の電圧印加によるアーク溶接（公知例 2）により両者を固定していた。これに対して、本願の試料作製装置の場合は、微小試料 6 0 1 自体はプローブ 1 2 8 に支持されたままどこにも触れず、プローブ 1 2 8 が微小試料ホルダ 1 3 8 に接触するように、矢印 7 0 1 の方向にプローブ移動を制御する（図 7（a））。ここで予めプローブ通電回路に 1 3 9 によりプローブ 1 2 8 と微小試料ホルダ 1 3 8 間に例えば 1 5 0 V 程度の電圧を印加しておき、その状態でプローブ 1 2 8 を微小試料ホルダ 1 3 8 に接触させることで接触点 7 0 2 において溶接される（図 7（b））。この溶接はもちろん瞬間であり、従来固定に用いていた F I B アシストデポジションの固定膜形成時間約 1 5 分に比べて、約 1 5 分の時間短縮となる。

#### 【 0 0 1 5 】

ここで、本試料作製装置での電流経路を図 8 を用いて説明する。経路 8 0 1 が電流経路を示している。当然のことながら、正確には電流は配線内を通るわけであるが、分かり易くする為に経路 8 0 1 は少しずらして描いている。即ち、プローブ通電回路 1 3 9 から接続された試料台 1 0 2、微小試料ホルダ保持具 1 3 6、微小試料ホルダ 1 3 8 を通り接触点 7 0 2 を通ってプローブ 1 2 8 からプローブ通電回路に戻る。この場合、電流は微小試料 6 0 1 を通らない。このため、この溶接により微小試料が変質する可能性はほとんどなく、信頼性の高い T E M 観察試料を作製することができる。もちろんプローブ通電回路 1 3 9 を微小試料ホ



ルダ保持具 136 や微小試料ホルダ 138 に直接接続している場合は、電流経路は図 8 の経路 801 とは異なるが、微小試料 601 に電流が流れないという意味においては同じである。

#### 【0016】

また、本実施例の装置では、試料加工に集束イオンビームを用いるため、サブミクロンサイズの加工も可能であり、精密な試料作製が可能である。但し、ミクロン～数十ミクロンサイズの試料を作製する場合には、レーザビームを使用することも可能であり、この場合には大気中で本試料作製を実行することも可能である。この場合、プローブ通電回路 139 による通電溶接も大気中で行うことが可能である。

#### 【0017】

本試料作製装置を用いることで、短時間で、信頼性のある観察用試料作製が可能となる。

#### <実施形態 2>

本実施例では本発明による試料作製方法の詳細について説明する。

#### 【0018】

図 9 は本試料作製方法の一連のフローを示す図である。ここでは試料としてウェーハを想定して説明する。まず、最初にウェーハ上の観察領域（TEM 観察用薄膜形成領域）にイオンビーム加工等を用いてマーキングを施しておく。次に、前記 2 個のマーク 900, 900' を結ぶ直線の延長上で、前記 2 個のマークの両外側にイオンビーム 104 の照射により 2 個の矩形穴 902, 902' を設ける（図 9(a)）。次に、前記マーク 900, 900' 間を結ぶ直線と平行に、かつ一端が矩形穴 902' に達し他端が矩形穴 902 には僅かに達しないようにして、イオンビーム走査によって細長い垂直溝 903 を形成する。一方の矩形穴 902 と垂直溝 903 との間に残された残存領域 904 は、後に、前記観察領域を含む微小試料部 906 をウェーハ 101 から分離する際、微小試料部 906 を仮保持しておくための支持部となる（図 9(b)）。前記の工程で水平に保たれていたウェーハ面を傾斜させてから、前記マーク 900, 900' 間を結ぶ直線と平行に、かつ、先に形成した垂直溝 903 とは反対の側に、イオンビーム照射によ

って傾斜溝 905 を形成する。ここで、前記した 2 個のマーク 900、900' 間を結ぶ直線は試料台 102 (図示省略) の傾斜軸と平行に設定されているので、垂直溝 903 側に対し傾斜溝 905 側が上となるようにウェーハ面を傾斜させる。傾斜溝 905 は、両矩形穴 902、902' 間を結んで形成する。傾斜溝 905 はその底部で先に形成した垂直溝 903 底部と交わり、その結果、マーク 900、900' を含んだクサビ型微小試料部 906 が、支持部 904 だけを残し、ウェーハ 101 から分離され、支持部 904 によって片持ち支持された状態となる (図 9(c))。次に、ウェーハ面を水平に戻してから、微小試料部 906 の支持部 904 とは反対側端部に試料移送装置のプロープ 128 の先端部を接触させる。次いで、微小試料部 906 にプロープ 128 先端部を固定接続するために、プロープ 128 先端部を含む領域に、デポジション用ガスを供給しながら、イオンビーム 104 を照射(走査)して、該イオンビーム照射領域にデポ膜 908 を形成する。このデポ膜 908 を介してプロープ 128 先端部と微小試料部 906 とが固定接続される (図 9(d), (e))。微小試料 128 をウェーハ 101 から摘出するために、微小試料部 906 を仮保持している支持部 904 にイオンビーム 104 を照射して、スパッタ加工により支持部 904 を除去して、微小試料部 906 を仮保持状態から開放させる。これにより、微小試料 601 は、ウェーハ 101 から完全に分離摘出された状態となる (図 9(e), (f))。次いで、ウェーハ 101 から分離摘出された微小試料 601 をプロープ 128 先端部に固定接続した状態で微小試料ホルダ 138 上に移動させる (図 9(f), (g))。試料台移動により、微小試料ホルダ 138 の耳部端面がイオンビーム 104 の走査範囲内に入ったら、その位置で試料台の移動を停止してから、プロープ 128 を水平に移動させ、プロープの先端から 5  $\mu$ m 程度根元側の部分が、水平位置で微小試料ホルダ 138 の耳部端面から 15  $\mu$ m 程度離れた位置で停止する。この位置でプロープ通電回路 139 (図示せず) によりプロープ 128 と微小試料ホルダ 138 の間に、例えば 150 V 程度の電圧を印加する。この状態でプロープ 128 を微小試料ホルダ 138 の耳部端面に向かって接近させる。 (図 9(g))。すると、通電溶接によりプロープ 128 と微小試料ホルダ 138 が接合点 910 において固定される。次にプロープ 128 の接合点 910 よりも根元側にイオンビー

ム 104 を照射してスパッタ加工することによりプローブ 128 を分離する。(図 2(h))。これにより、微小試料 601 はプローブ 128 の先端を介して微小試料ホルダ 138 に固定保持されて、完全に自立する(図 9(i))。最後に、イオンビーム 104 照射によって、微小試料 601 の観察所望領域が厚さ 100 nm 以下程度の薄膜 909 になるように薄く仕上げ加工して、一連の TEM 試料作製工程を完了する(図 9(j))。

#### 【0019】

このように微小試料の固定にプローブと微小試料ホルダ間の通電溶接を使用するため、従来 FIB アシストデポジション膜で固定する場合(公知例 1)は 15 分程度必要であったが、本手法では瞬間で完了できるため試料作製時間を短縮することが可能である。

#### 【0020】

こうして作製された微小試料は、図 5 を用いて説明したような従来例(公知例 1)の問題点を回避することができる。即ち、この微小試料 601 はプローブ 128 に吊り下げられた状態で空中に存在するわけであり、薄膜 909 よりも下の領域は基本的には不要であるため試料高さを小さくすることができる。図 10 に本手法で高さが小さい微小試料を作製した場合の図 5 に対応する TEM 観察状態を説明する。ここでは微小試料ホルダは観察対象である微小試料 601 から充分離れており、TEM 観察には関係無いため図示していない。図 5(a)は傾斜観察をする場合であり、電子線経路 1001 を遮るものは無いため問題無い。また、図 5(b)は EDX 分析を行う場合であるが、散乱電子 1004 が試料以外のものに衝突する可能性は小さく、分析対象である薄膜 909 からの X 線 1002 のみが X 線検出器 1003 に取りこまれるため、ノイズが小さい正確な分析を行うことができる。実際は散乱電子がプローブ 128 に衝突して X 線を発生する可能性もあるが、プローブ 128 は太さがサブミクロンから 3  $\mu$ m 程度であり、従来例で問題となる微小試料ホルダは厚さ 50  $\mu$ m で幅は 3 mm と大きく、散乱電子の衝突可能性から判断してもプローブが問題となる可能性は従来例よりも充分小さい。

#### 【0021】

以上のように、プローブと微小試料ホルダを固定する本手法では微小試料サイズを小さくすることが可能である。微小試料を小さくする場合の図9とは異なるイオンビーム加工法を説明する。もともと図9で矩形穴902、902'をある程度の大きさ確保する必要があったのは以下の通りである。垂直溝903や傾斜溝905はアスペクト比が高く、イオンビームスパッタ加工で深く掘ろうとすると、スパッタされた元試料を構成する粒子が壁面に付着し、加工効率が急激に落ちることになる。即ちこのスパッタ粒子の逃げ道を確保することで、深い溝を形成することができる。この逃げ道を確保するためにある程度の大きさの矩形穴902、902'が必要であったわけである。ところが、本発明の手法の場合には、前記の通り深い微小試料である必要は無い。このため、例えば従来15～18  $\mu\text{m}$ 程度深く掘っていたところを、本発明では7  $\mu\text{m}$ 程度掘れば良いことになる。この場合、スパッタ粒子の逃げ道である矩形穴も必要が無くなる。このため、図11や図12のような加工が可能となる。図11は直接観察用薄膜1103を形成する場合である。図11(a)の階段穴1101は後に斜めから薄膜1103の周りをイオンビームで切り込むための覗き角を確保するために、階段形状にしている。垂直溝1102は7  $\mu\text{m}$ 程度の深さで良い。この試料を傾斜させる。図11(b)ではイオンビーム104の方を傾斜させて記載しているが、実際は試料台を傾斜させている。こうしてイオンビーム104で薄膜1103の周りを切り落とすことで薄膜1103をプローブ128で摘出することができる。図11は概念図として書いているが、正確に方法を記載するならば以下の通りである。図11(b)で薄膜1103の周りをイオンビーム104で切り落とす際に、側面の一部のみを支持部として少し残しておいて、試料台傾斜を戻し、プローブ128を固定した後に試料表面に垂直な方向から支持部をイオンビーム104で除去することで薄膜1103を摘出することができる。この加工法の場合は薄膜1103のみを取り出す方法であるが、図9で説明したような微小試料ホルダに固定した後に薄膜加工を行う場合でも、矩形穴を作製しない方法が可能である。これについて図12を用いて説明する。図12(a)で階段穴1201と垂直溝1202の加工は図11の場合と同じである。但し、微小試料1203の部分は1  $\mu\text{m}$ 程度の厚さを残すようにしておく。次の図12(b)のイオンビーム104による斜

め加工とプローブ128固定も微小試料1203の厚みが厚い以外は図11(b)と同じである。以上の工程で図12(c)のように微小試料を摘出できる。こうして摘出した微小試料1203は図9(g)~(i)のようにプローブ128と微小試料ホルダの通電溶接とプローブ128切断により微小試料ホルダに固定される。その後、イオンビーム104加工により観察領域を薄膜1204として形成することでTEM試料作製が完了する。この図11や図12の加工の場合には、大体積である矩形穴加工が不要であるため従来例(公知例1)の図2の加工体積と比較してほぼ1桁小さな加工体積で済む。このため例えば標準的な加工の場合、イオンビームスパッタによる微小試料形成加工工程が50分程度から15分程度へと短縮できる。

#### 【0022】

また、この実施例ではTEM試料作製の場合で説明したが、薄膜化工程を片面の断面作製工程とすれば走査型電子顕微鏡試料やその他2次イオン質量分析法やオージェ電子分光法等様々な観察分析用の試料とすることもできる。

#### 【0023】

また、ここではプローブ128と微小試料ホルダ138の固定を通電固定としたが、瞬間接着剤等による固定でも、微小試料601をプローブ128先端に保持された状態で空中に固定することが可能であるため同様の効果が得られる。

#### 【0024】

以上のように本試料作製法を用いることで、微小試料ホルダへの固定時間と、微小試料形成のイオンビームスパッタ加工時間の両方において短時間化が可能であり、不良解析の効率を高めることができる。

#### <実施形態3>

本実施例では、従来の微小試料底辺のFIBアシストデポジション膜による固定での特長の1つである、1つの微小試料ホルダへの複数微小試料の固定を、プローブを固定する本発明において実現する方法について説明する。

#### 【0025】

前記の通り、従来の微小試料固定法(公知例1)の場合、図13(a)に示すとおり、複数の微小試料1301、1302、1303を固定することができる。

本例では半分くらいまで耳部がある微小試料ホルダ 210 を描いているが、実際は耳部はもっと小さくても良く極端に言えば耳部は必要無い。標準的な TEM ホルダは  $\phi 3\text{ mm}$  の微小試料ホルダが載置可能であるから、 $10 \sim 15\text{ }\mu\text{ m}$  程度の長さの微小試料であれば、100 個程度固定することも可能である。この場合、1 度 TEM に導入すれば、連続しての観察が可能であり、観察時間の短縮に繋がる。ところがこれに対し、図 13 (b) に示すような微小試料ホルダ 138 を使用する場合、微小試料 1304、1305、1306 を縦に複数個固定することは可能である。ところが、例えば微小試料 1304 をイオンビーム 104 で薄膜加工試料とした場合、このイオンビーム 104 が微小試料 1305 や 1306 に照射されてしまう可能性があり得る。この場合、せっかく作製した微小試料 1305 や 1306 が破壊されてしまう可能性があり問題となる。

#### 【0026】

これを解決する微小試料ホルダ形状として図 14 に示すような微小試料ホルダ 1401 を使用する。この場合、微小試料 1402、1404、1406 はプローブ 1403、1405、1407 で固定されるわけであるが、このプローブ 1403、1405、1407 が溶接される微小試料ホルダ 1401 の耳部はそれぞれイオンビーム 104 から見てずれた位置にあるため観察もし易く、更に微小試料 1402 の加工時に他の微小試料 1405 や 1406 に影響を及ぼすことも無い。ここでは微小試料ホルダ 1401 の段数を 3 段で記載しているが、例えば  $50\text{ }\mu\text{ m}$  毎に段差を設ければ、数 10 個の微小試料の固定も可能である。

#### 【0027】

本実施例で説明したような微小試料ホルダを使用することにより、複数個の微小試料を 1 つの微小試料ホルダに固定できるため、効率的な不良解析が可能になる。

#### <実施形態 4>

本実施例では、通電溶接を用いて微小試料底辺と微小試料ホルダを固定する方法について説明する。

#### 【0028】

従来例で説明した金属微小物をアーク放電を用いて導電性基板に接続す方法（

公知例 2) では、両者を予め接触させた状態で 10 k V 程度の電圧を印加することにより溶接を行う。しかし、これに対して本発明の目的は TEM 観察試料を作製することであり、10 k V 程度が印加され溶接されることにより、観察すべき微小試料が変質してしまう可能性が否定できない。このため、より低エネルギーでの溶接が望まれる。これを実現する方法を図 15 を用いて説明する。本実施例の場合はプローブ通電回路 139 を図 15 (a) に示すように電源 1501 と保護抵抗 1502 とスイッチ 1503 で構成している。まず微小試料 601 やプローブ 128 が微小試料ホルダ 138 に接触していない状態でスイッチ 153 を入れ、微小試料 601 と微小試料ホルダ 138 間に電圧を印加する。この電圧は例えば 150 V 程度と従来例の場合と比較して 2 桁ほど小さい。この状態でプローブ 128 を駆動し、微小試料の底辺を微小試料ホルダに接近させる (図 15 (b))。すると、通電溶接により微小試料 601 の底辺と微小試料ホルダ 138 が接合点 1504 において固定される (図 15 (c))。ここで、スイッチ 1503 を切り電圧印加を停止する。そののちプローブ 128 をイオンビーム加工で切断し、退避することで微小試料 601 が微小試料ホルダ 138 上に自立した状態にすることができる (図 15 (d))。図 15 ではスイッチ 1503 で印加電圧のオン、オフを制御する場合を説明したが、電源 1501 を可変電圧にして制御してももちろん良い。

#### 【0029】

以上のように本手法の場合は、通電溶接を用いるため、FIB アシストデポジション膜で固定する従来例 (公知例 1) に比べて短時間での試料作製が可能であり、更に本手法は 150 V 程度電圧印加後に接近させることにより溶接可能であることから、接触状態からの 10 k V 印加により溶接する従来例 (公知例 2) と比べて試料変質の危険性を抑制することが可能である。

#### <実施形態 5>

本実施例では、プローブと微小試料ホルダを接触状態から溶接する方法について説明する。

#### 【0030】

前記実施形態 1、2 の場合にはプローブ通電回路によるプローブと微小試料ホ

ルダ間の電圧印加後にプローブを移動させて溶接する場合を説明したが、溶接点の位置を確実に制御したいという場合は、やはり予め接触させた状態で溶接できた方が有利である。この場合には図16に示すようにプローブ通電回路139をパルス発生器1601を用いて構成する。まずパルス発生回路がパルスを発生させない状態でプローブ移動によりプローブ128と微小試料ホルダ138を接合したい点1602にて接触させる(図16(a))。この状態でパルス発生器1601でパルス電圧をプローブ128、微小試料ホルダ138間に印加することにより接触点1602にて両者が溶接される。本手法の場合は、図8の場合と同様に微小試料601には電流が流れないため、従来例(公知例2)のように対象物自身を溶接する場合と比較して試料が変質することもない。この後、プローブ128をイオンビームで切断すれば微小試料ホルダへの固定は完了する。

#### 【0031】

本手法を用いることにより、確実な位置での微小試料ホルダへのプローブ固定が可能となる。

#### <実施形態6>

本実施例では、プローブと微小試料の固定にも通電溶接を使用する装置について説明する。

#### 【0032】

実施形態2では図9(d)で説明したようにプローブ128と微小試料部906の固定にはFIBアシストデポジション膜を908使用したが、この形成にも数分を要する。ところで、前記実施形態では、微小試料ホルダへ固定する場合に通電溶接を利用する場合について説明したが、この通電溶接はその前工程である微小試料とプローブの固定にも利用できる。この構成を図17に示す。ウェーハ101は試料台102と電気的にも導通が取れている。このため、プローブ通電回路139による電圧印加は、プローブ128とウェーハ101間にかかることになる。ここで、電圧をかけた状態でプローブ128先端を微小試料部906に接近させると通電溶接により両者が接合される。また、実施形態5で説明したように先に微小試料部906にプローブ128先端に接触させた状態でパルス電圧を印加しても溶接することが可能である。また、この溶接を利用する方法の場合は



、F I B アシストデポジションの場合のように、ウェーハ 1 0 1 を含む試料を汚染する可能性がほとんど無いという特徴もある。

### 【 0 0 3 3 】

以上のように、微小試料のプロープへの固定にも通電溶接を用いることにより、更なる短時間化が可能であり、更に清浄な試料作製も実現できる。

### 【 0 0 3 4 】

#### 【発明の効果】

本発明の試料作製装置と試料作製方法を用いることで、解析対象である微小試料の微小試料ホルダへの固定時間と、微小試料形成のためのスパッタ加工時間の両方において短時間化が可能であり、解析試料作製の高速化が実現でき、不良解析の効率を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本願による試料作製装置の 1 実施の形態を示す全体構成図。

##### 【図 2】

従来の試料作製法（公知例 1）を示す図。

##### 【図 3】

従来の金属微小物溶接法（公知例 2）を示す図。

##### 【図 4】

T E M 観察時の微小試料と電子線経路の位置関係を示す図。

##### 【図 5】

微小試料サイズ縮小による観察、分析への影響を示す図。

##### 【図 6】

プローブと微小試料ホルダの溶接に主要な構成部を示す図。

##### 【図 7】

溶接のためのプローブ駆動を示す図。

##### 【図 8】

溶接時の電流経路を示す図。

##### 【図 9】

本願による試料作製方法の 1 実施の形態を示すフロー図。

【図 1 0】

本願の微小試料の観察状態を示す図。

【図 1 1】

浅い微小試料の加工法（薄膜のみ形成）を示す図。

【図 1 2】

浅い微小試料の加工法（後に薄膜加工）を示す図。

【図 1 3】

1 微小試料ホルダへの複数微小試料の固定法を示す図。

【図 1 4】

本願手法での 1 微小試料ホルダへの複数微小試料の固定法を示す図。

【図 1 5】

微小試料を微小試料ホルダに溶接するフローを示す図。

【図 1 6】

プローブと微小試料ホルダを接触後に溶接する手法を示す図。

【図 1 7】

プローブと微小試料部を溶接する構成を示す図。

【符号の説明】

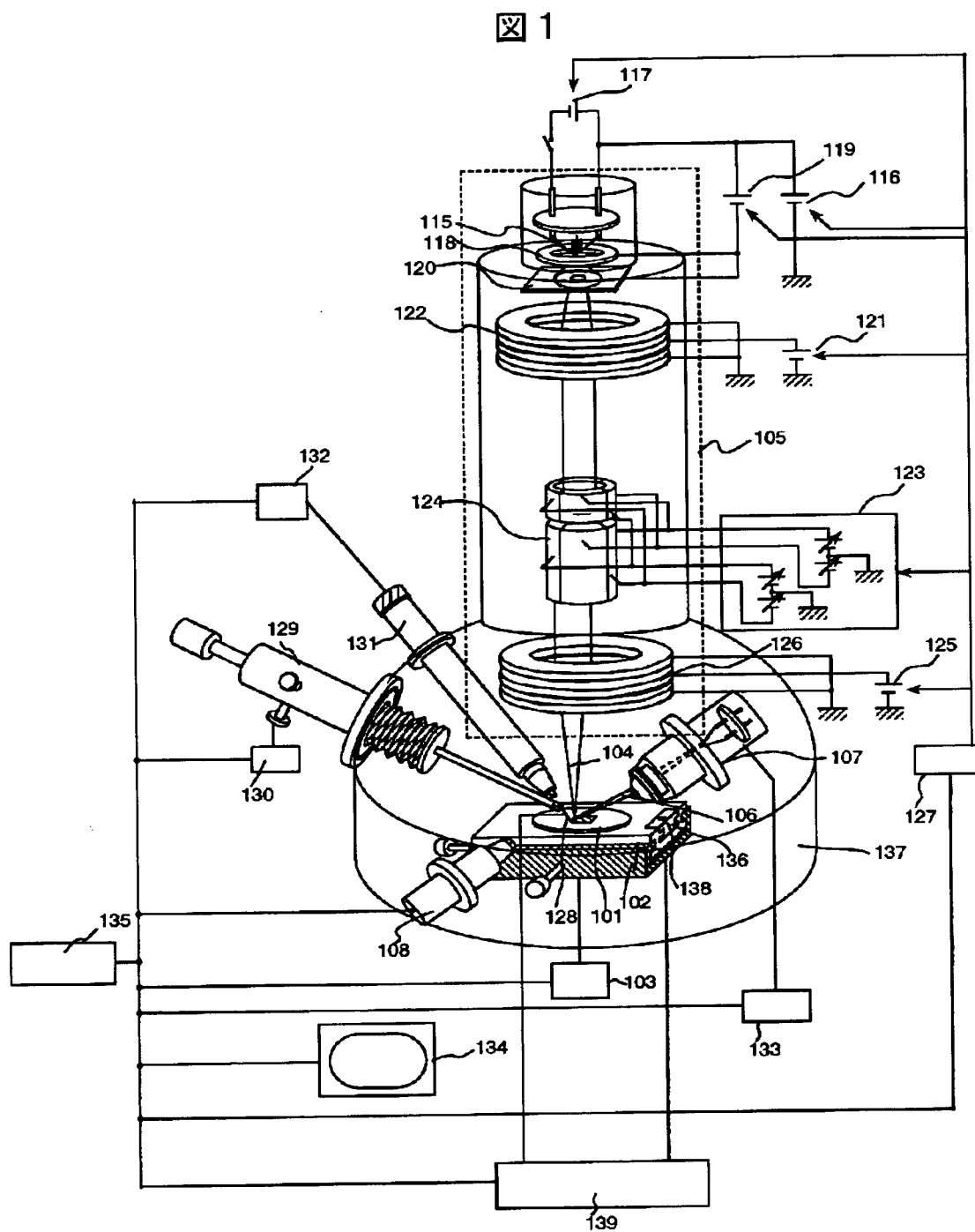
1 0 1…ウェーハ、1 0 2…試料台、1 0 3…試料位置制御装置、1 0 4…イオンビーム、1 0 5…イオンビーム光学系、1 0 6…電子ビーム、1 0 7…電子ビーム光学系、1 0 8…二次電子検出器、1 1 5…イオン源、1 1 6…加速電源、1 1 7…通電加熱電源、1 1 8…引き出し電極、1 1 9…引き出し電源、1 2 0…アパーチャ、1 2 1…集束電源、1 2 2…集束レンズ、1 2 3…偏向電源、1 2 4…偏向器、1 2 5…対物電源、1 2 6…対物レンズ、1 2 7…イオンビーム光学系制御装置、1 2 8…プローブ、1 2 9…プローブ駆動装置、1 3 0…プローブ位置制御装置、1 3 1…デポジションガス源、1 3 2…デポジションガス源制御装置、1 3 3…電子ビーム光学系制御装置、1 3 4…表示装置、1 3 5…中央処理装置、1 3 7…真空容器、1 3 8…微小試料ホルダ、1 3 9…プローブ通電回路、2 0 0、2 0 0' …マーク、2 0 1…F I B、2 0 2、2 0 2' …矩

形穴、203…垂直溝、204…支持部、205…傾斜溝、206…微小試料部、207…プローブ、208…デポ膜、209…微小試料、210…微小試料ホルダ、211…デポ膜、212…薄膜、301…マイクロプローブ、302…金属微小物、303…高電圧直流電源、304…導電性基板、305…アーク放電、401…電子線、402…矢印、501…観察領域、502…微小試料、503…X線、504…X線検出器、505…散乱電子、506…X線、601…微小試料、701…矢印、702…接触点、801…経路、900、900'…マーク、902、902'…矩形穴、903…垂直溝、904…支持部、905…傾斜溝、906…微小試料部、908…デポ膜、909…薄膜、1001…電子線経路、1002…X線、1003…X線検出器、1004…散乱電子、1101…階段穴、1102…垂直溝、1103…薄膜、1201…階段穴、1202…垂直溝、1203…微小試料、1204…薄膜、1301、1302、1303…微小試料、1304、1305、1306…微小試料、1401…微小試料ホルダ、1402、1403、1404…微小試料、1405、1406、1407…プローブ、1501…電源、1502…保護抵抗、1503…スイッチ、1504…接合点、1601…パルス発生器、1602…接触点。

【書類名】

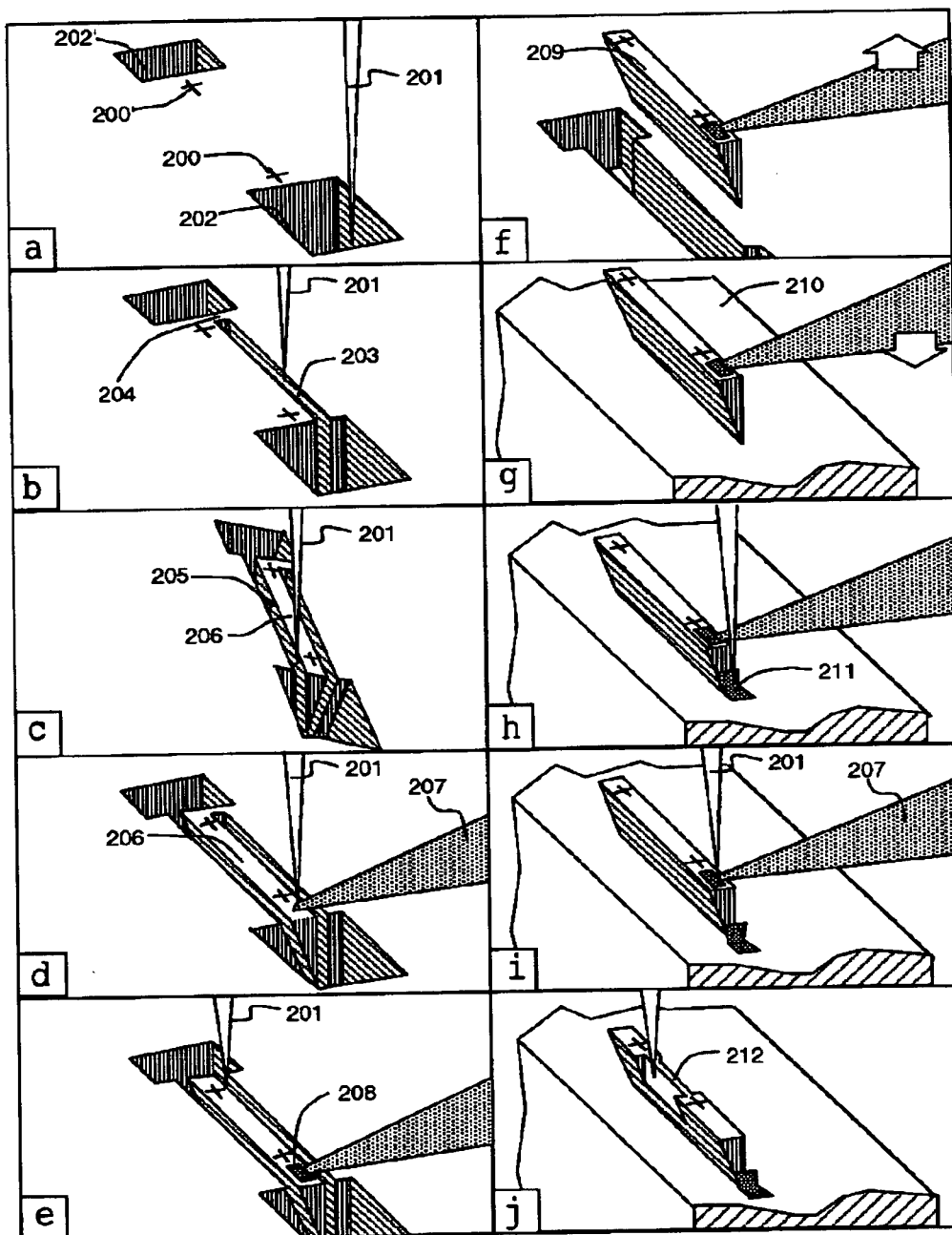
図面

【図 1】



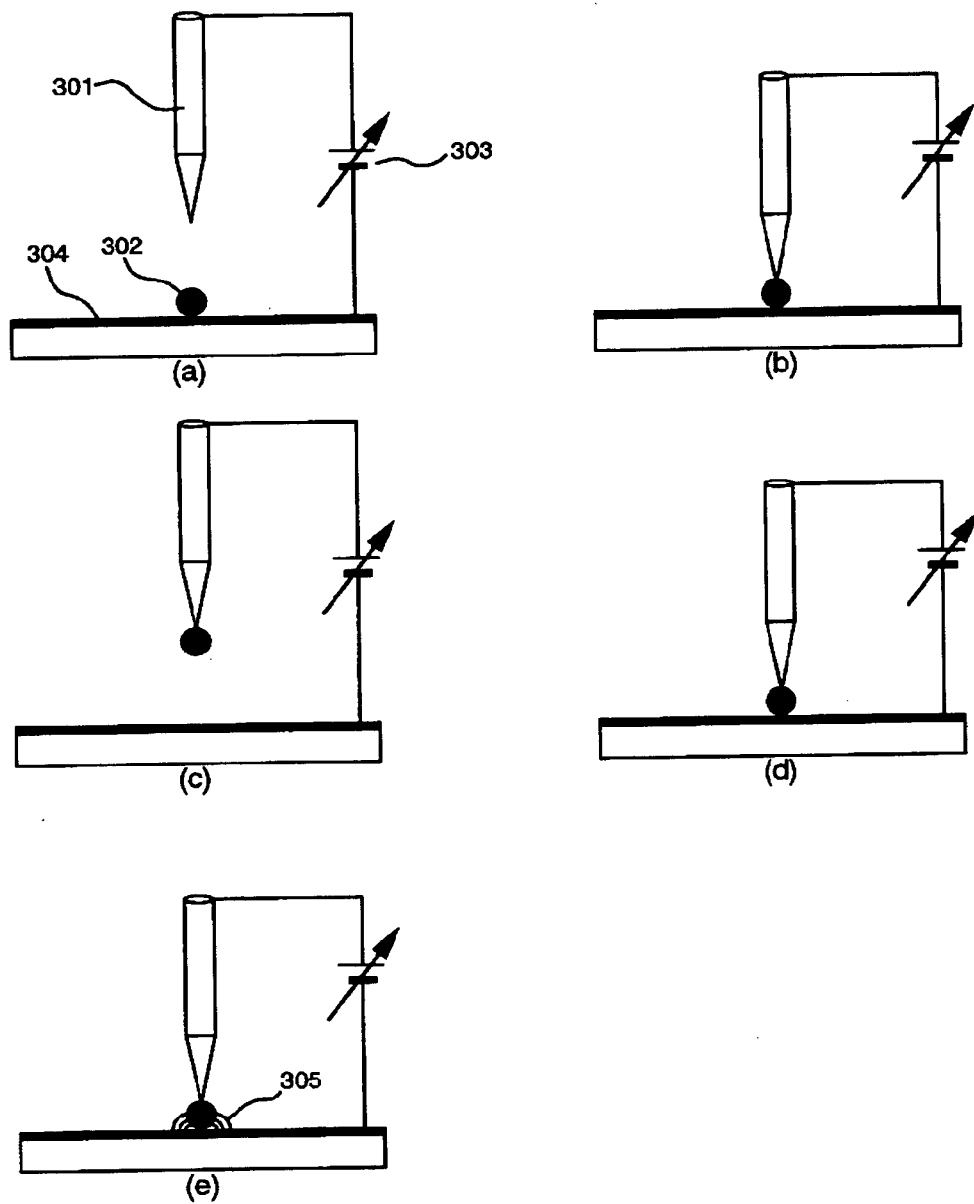
【図 2】

図2

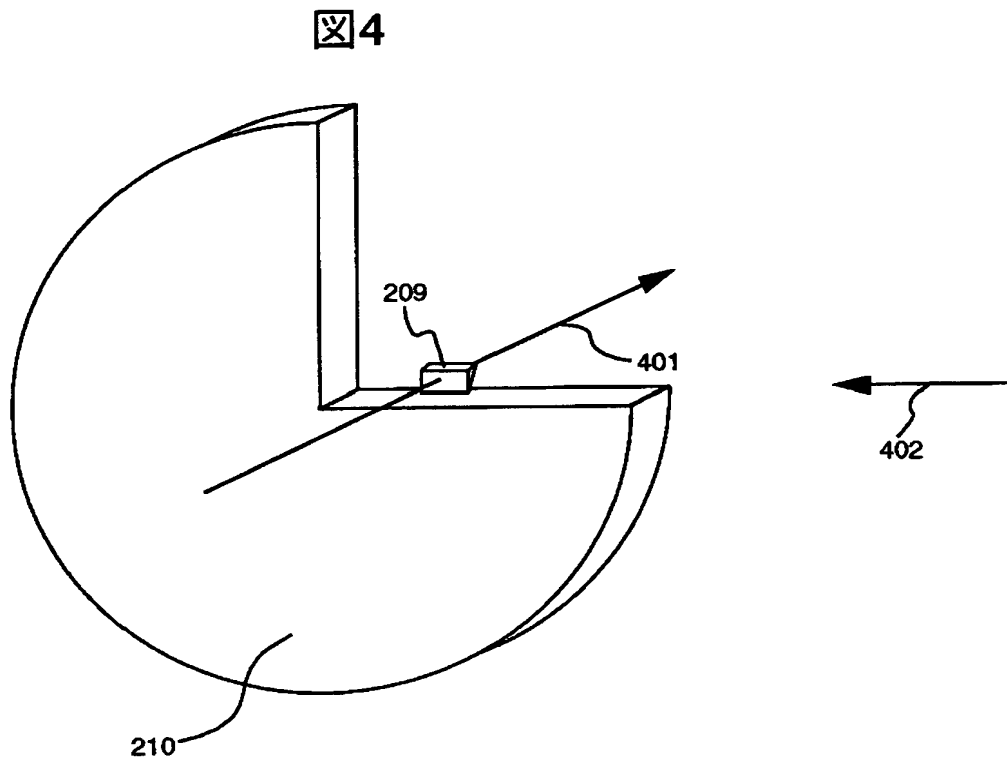


【図 3】

図3

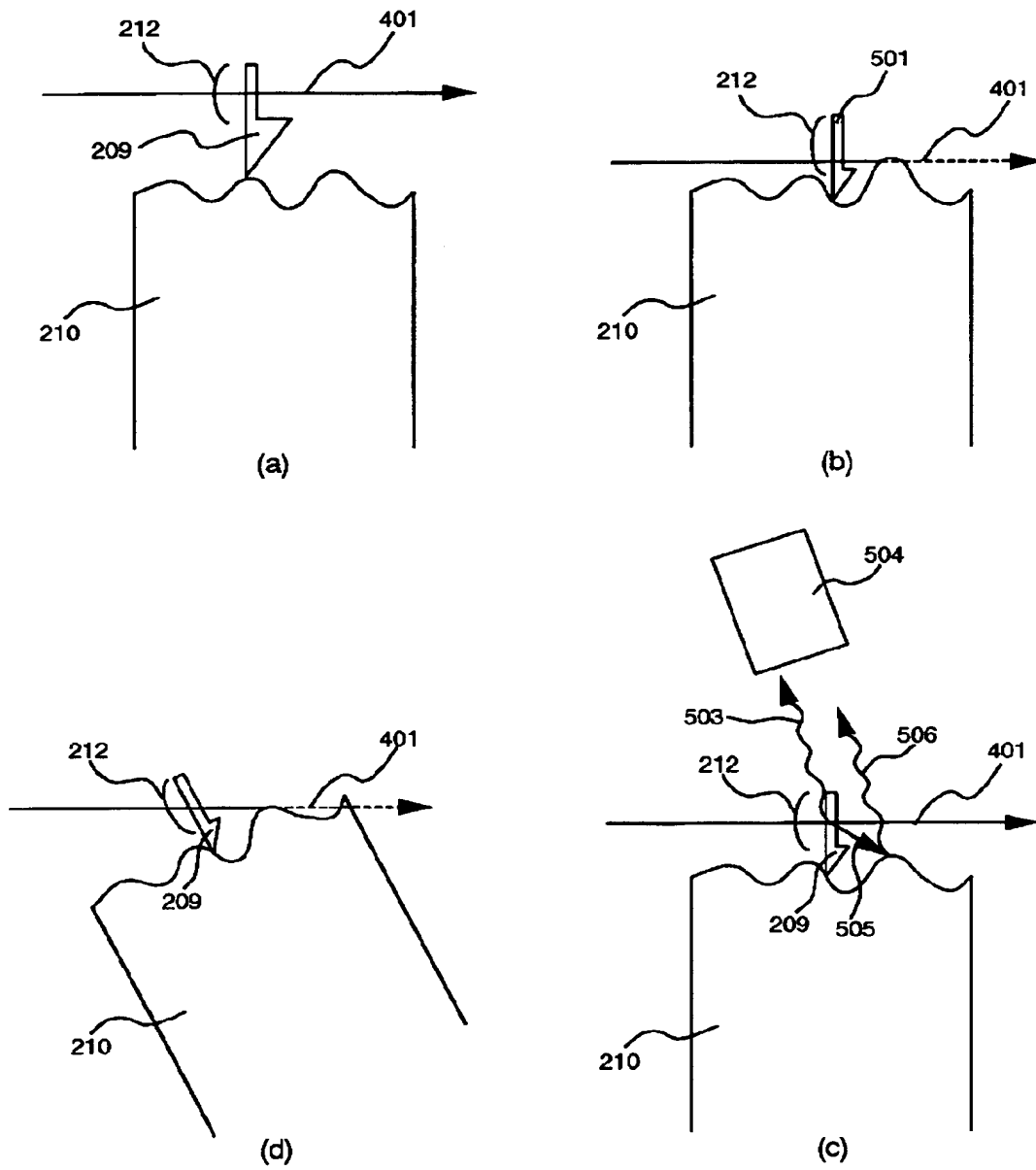


【図 4】



【図 5】

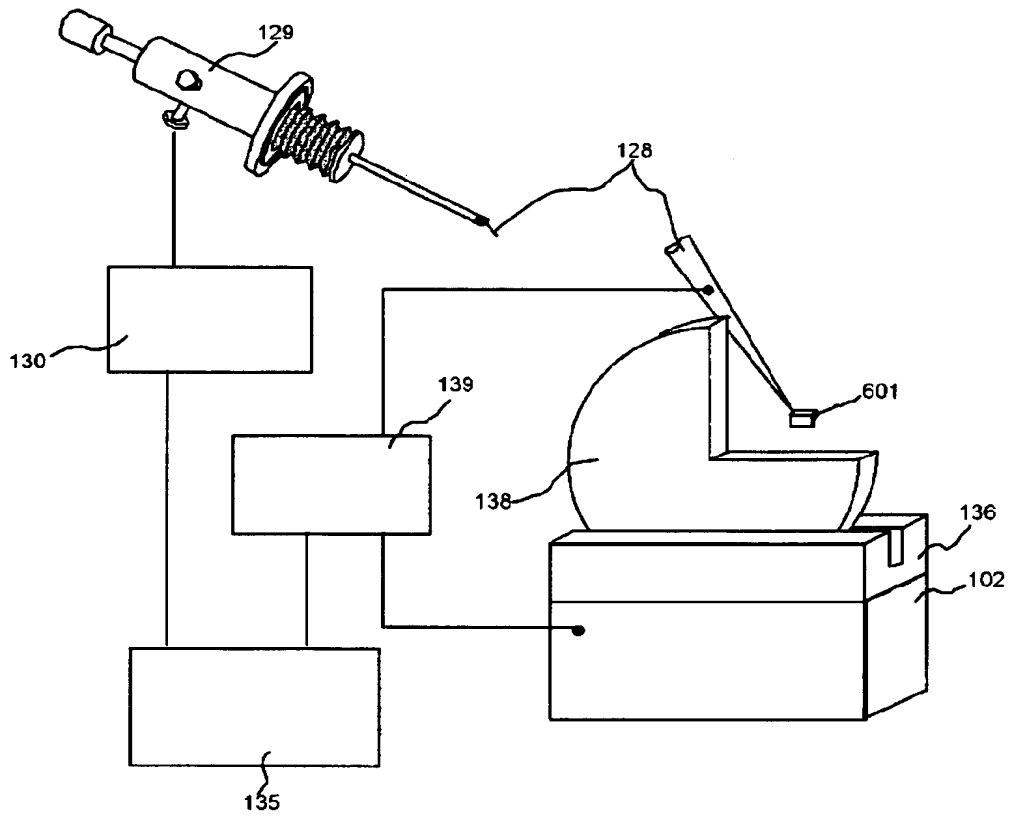
図5



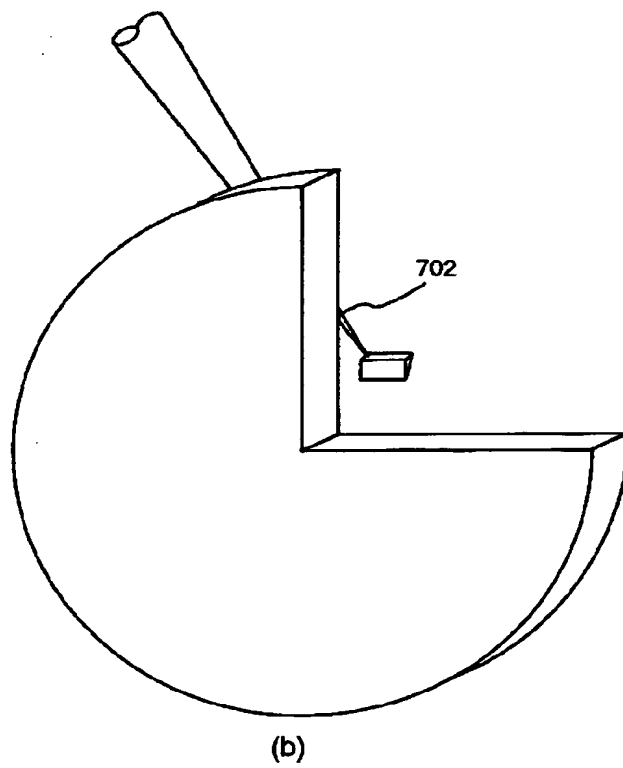
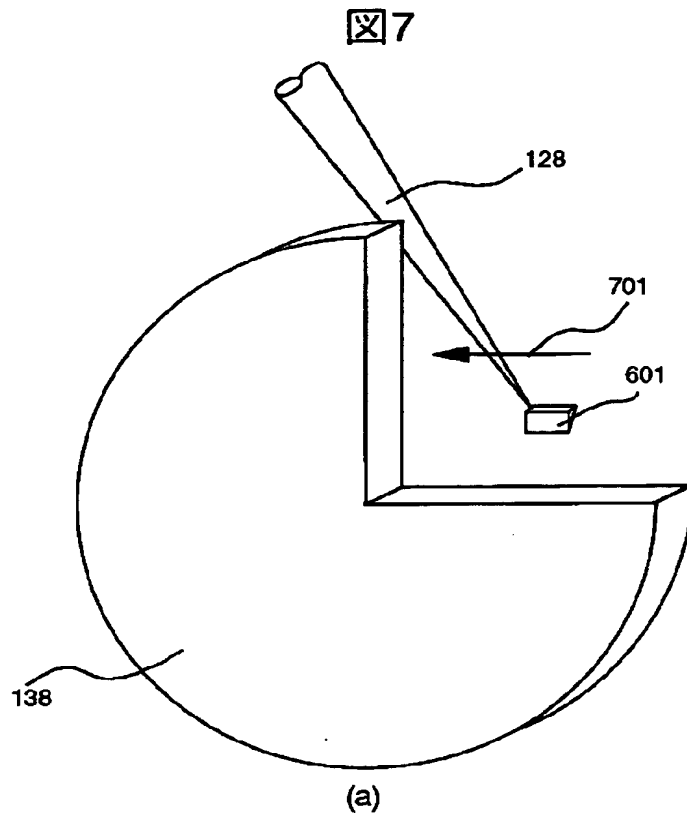


【図 6】

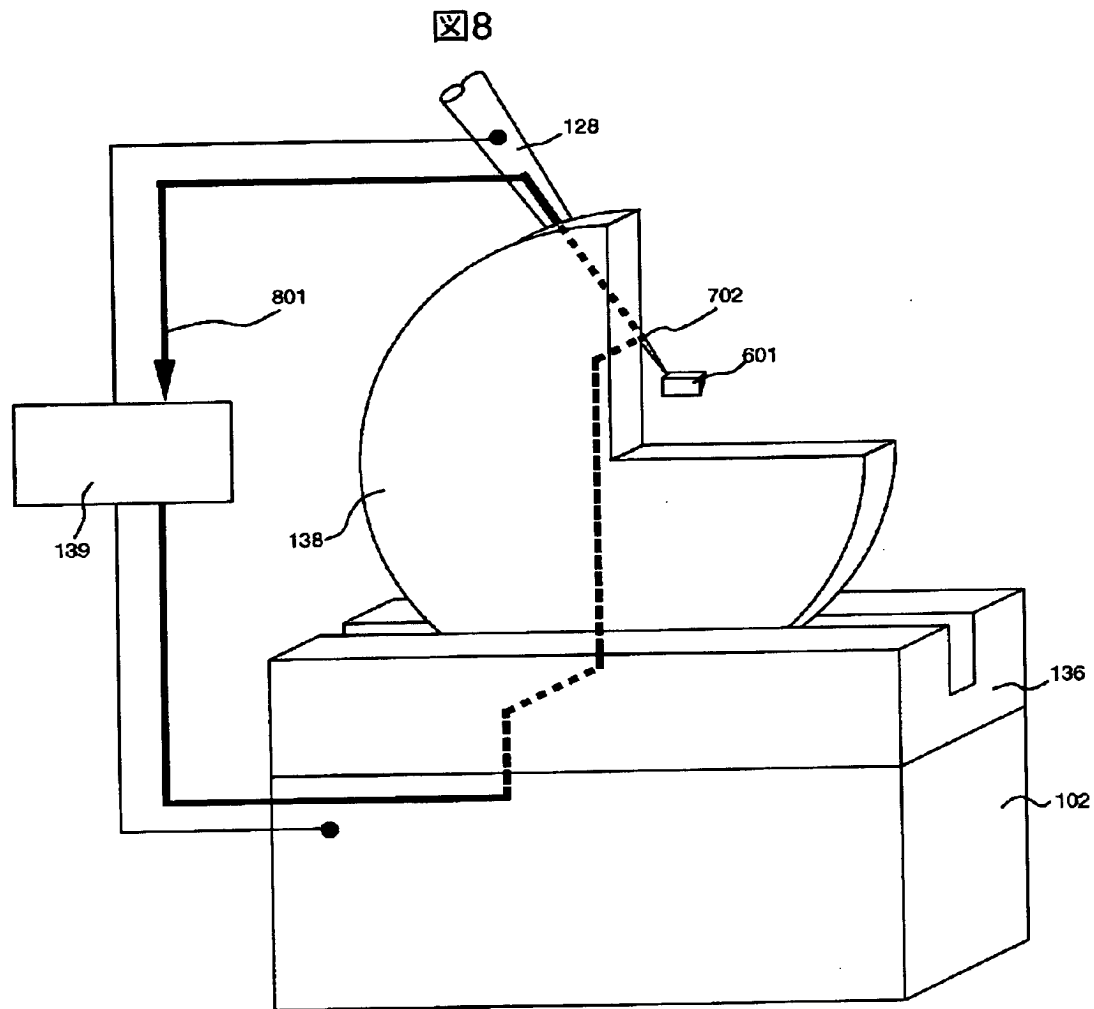
図6



【図 7】

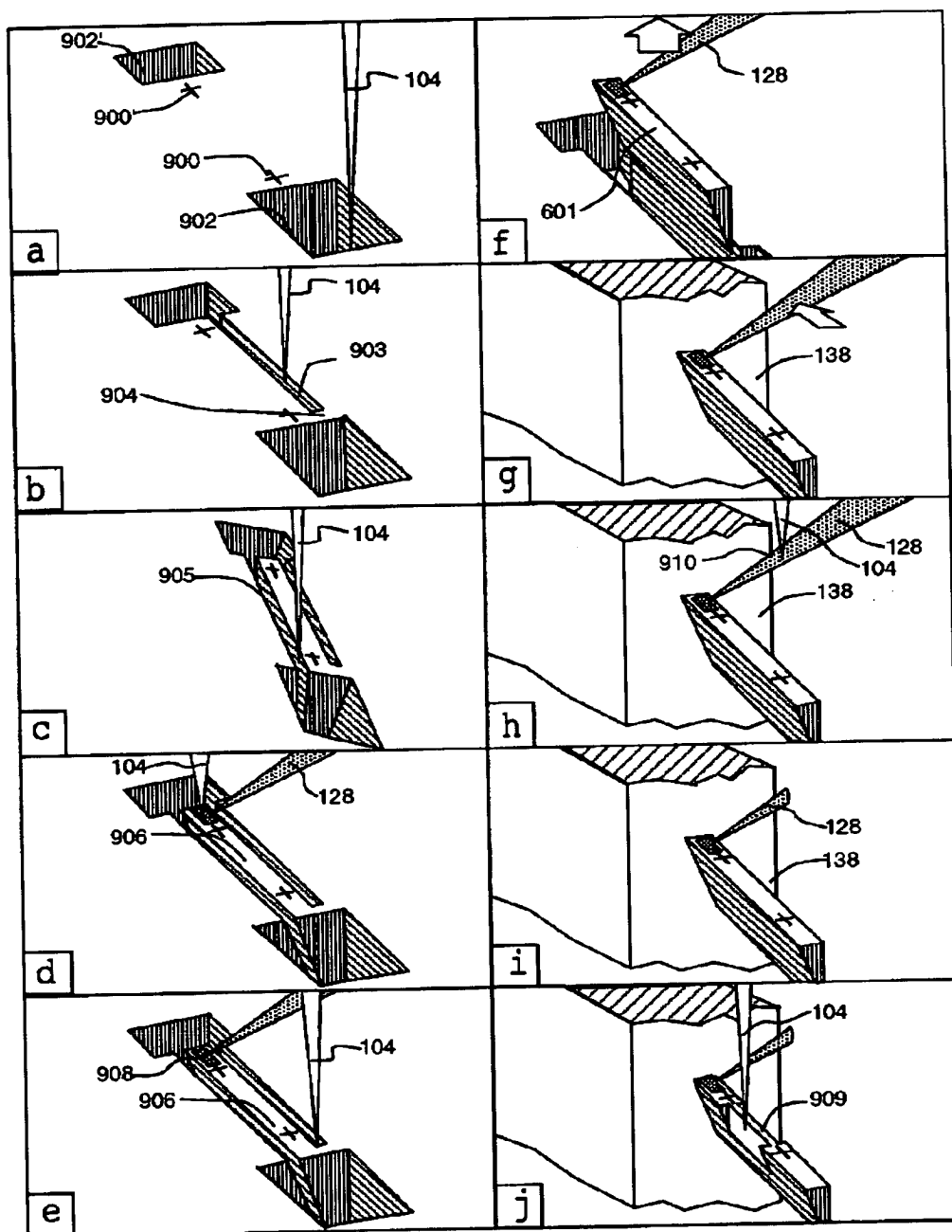


【図 8】



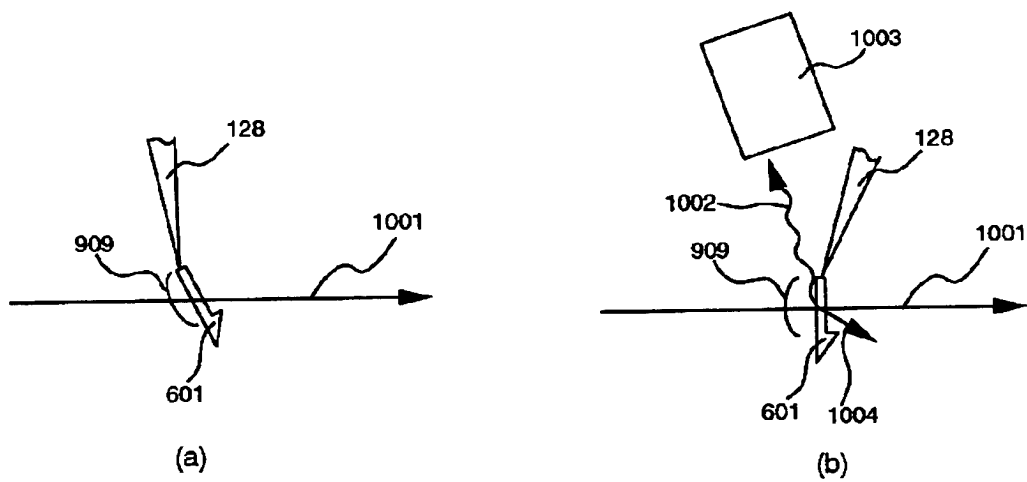
【図 9】

図 9



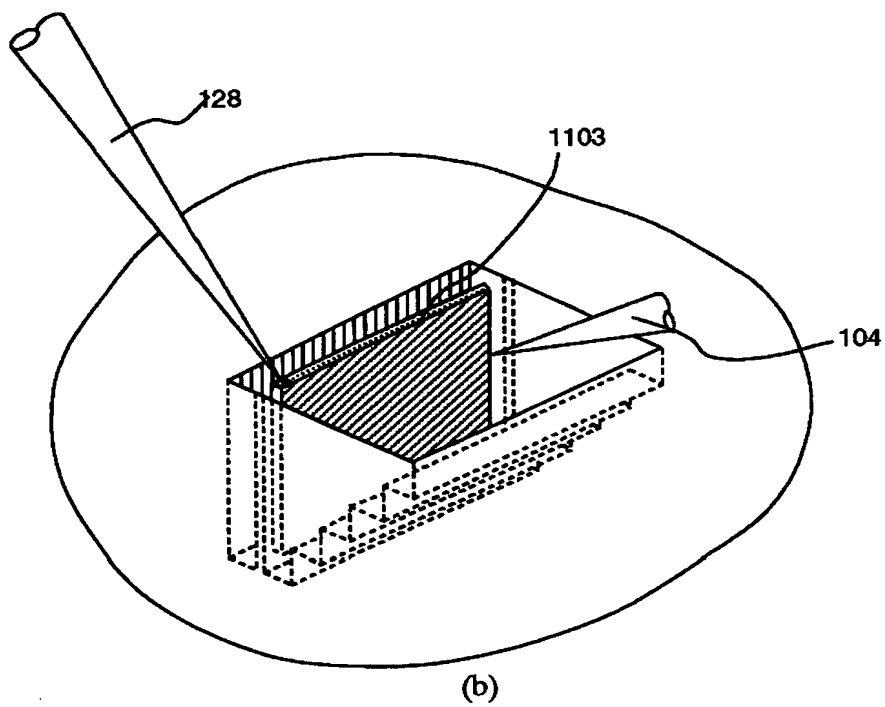
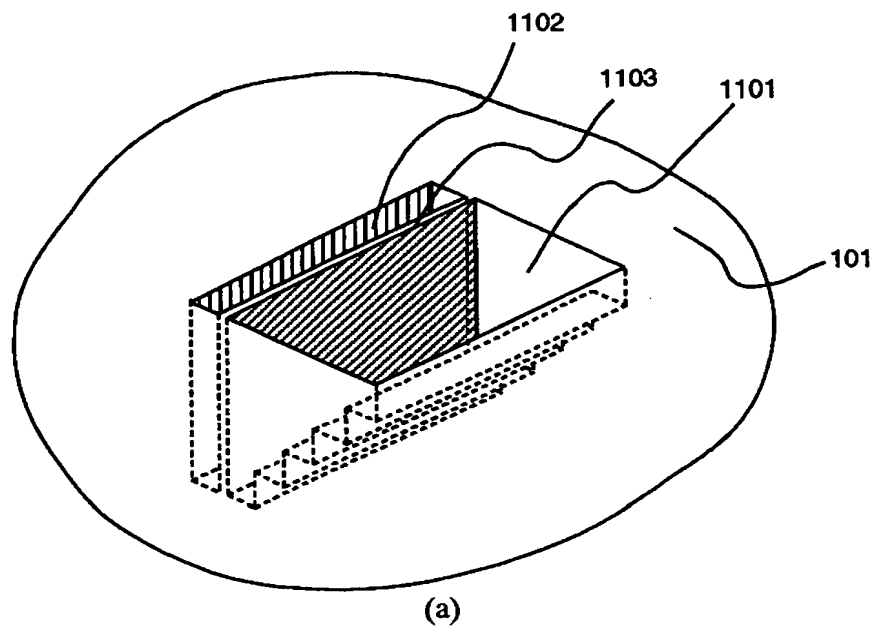
【図 10】

図 10

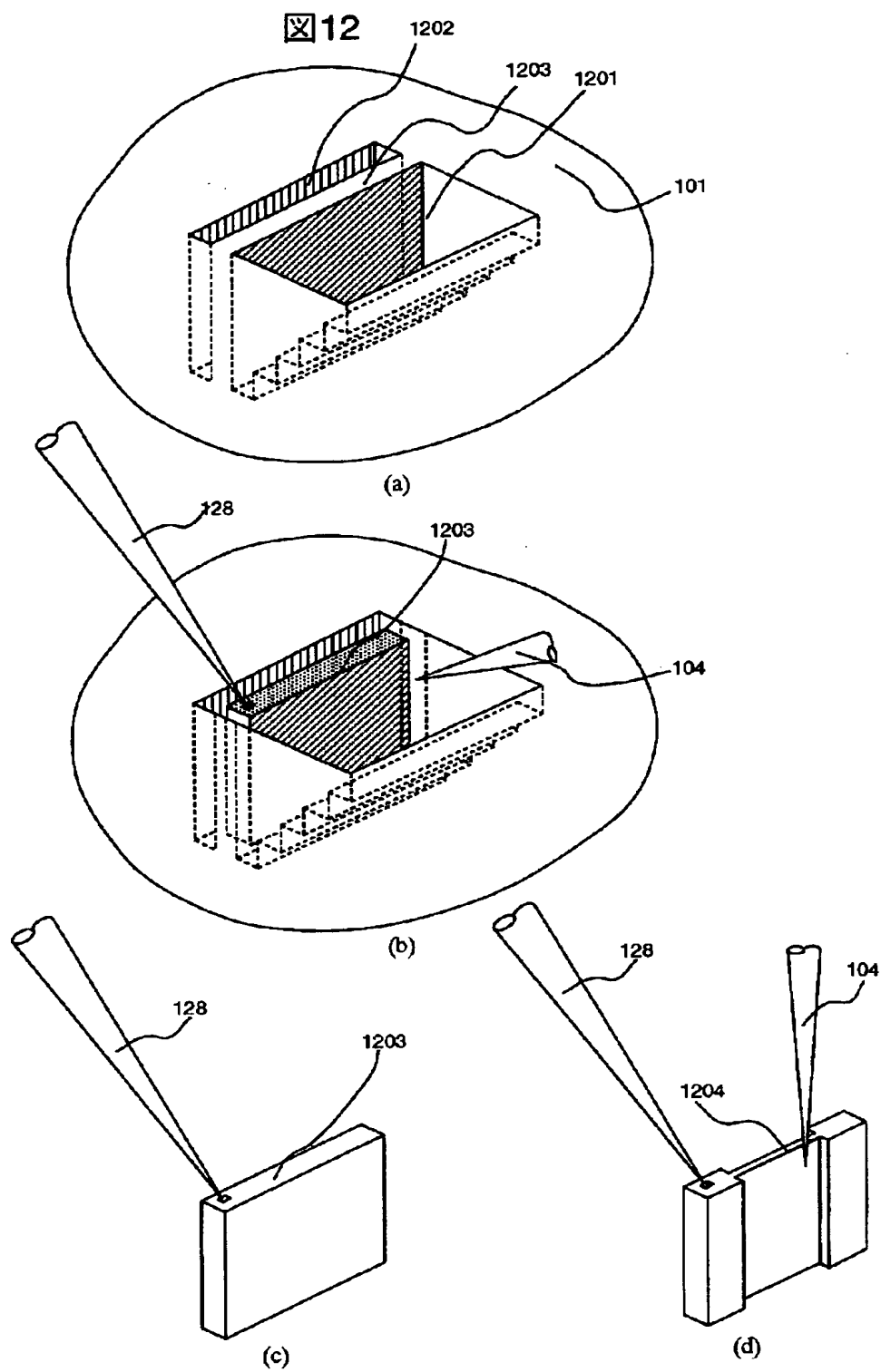


【図 11】

図 11

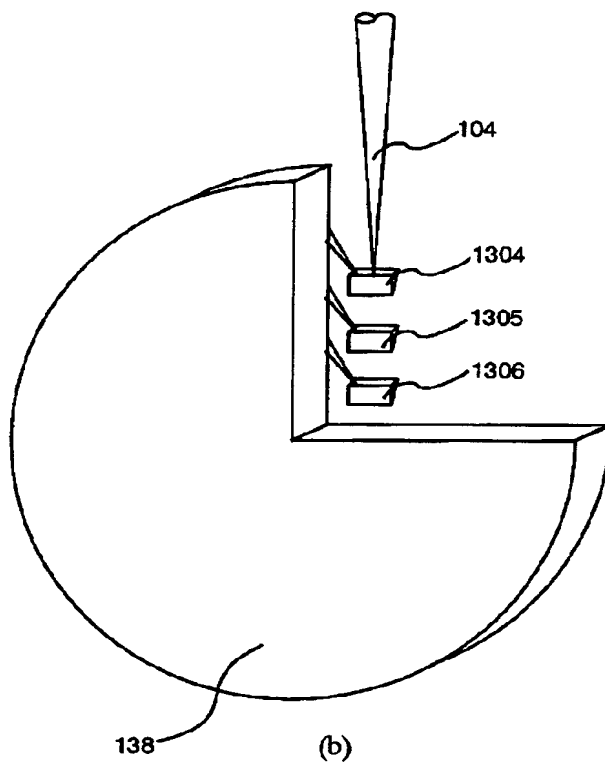
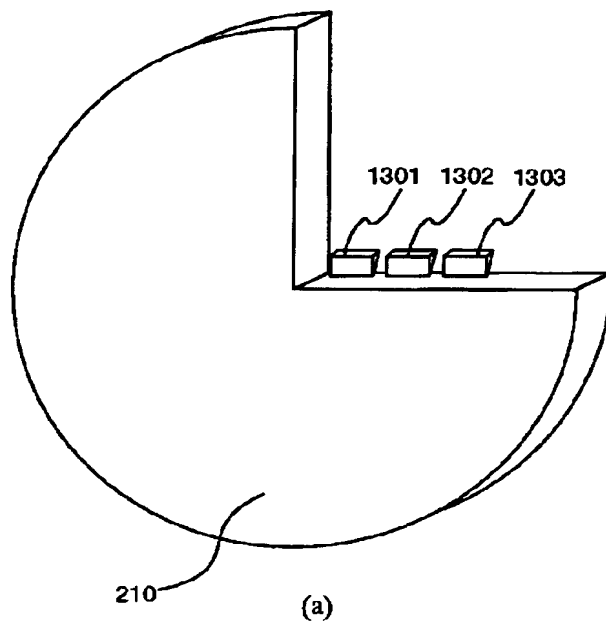


【図 12】



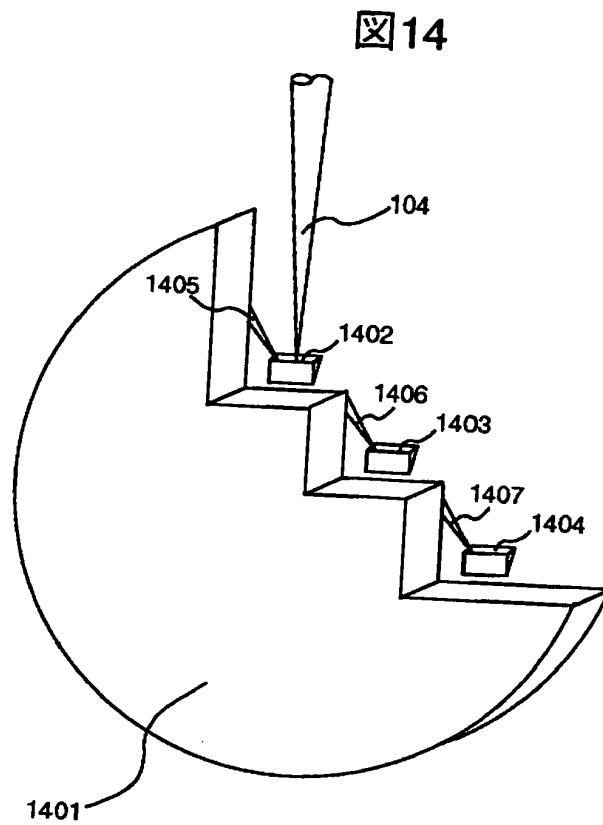
【図 13】

図13



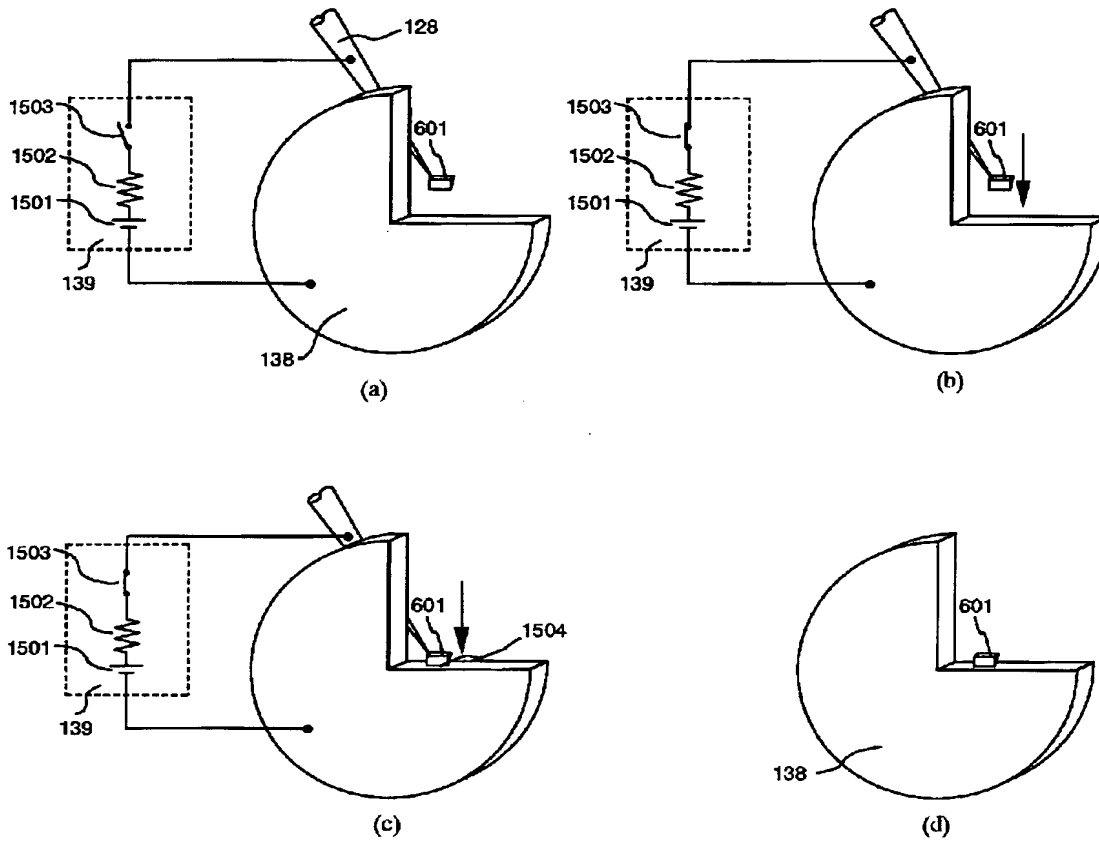


【図 14】



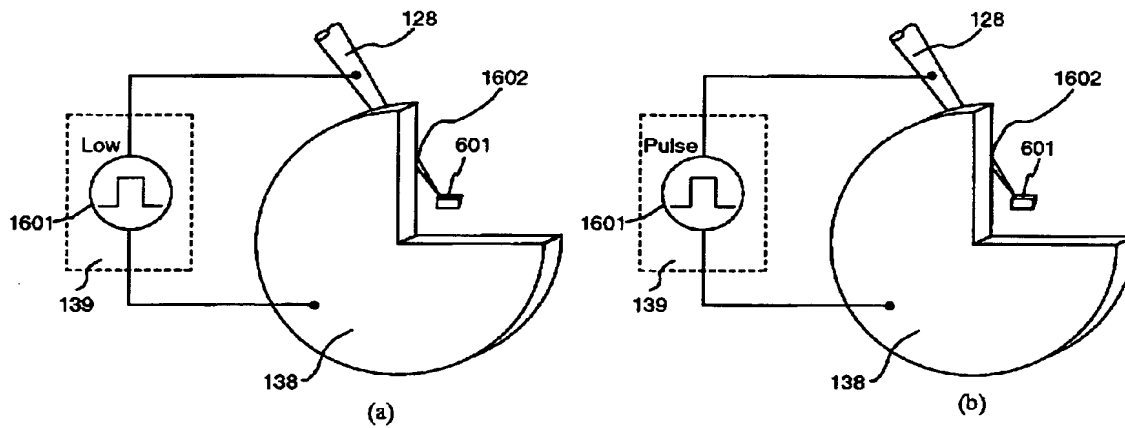
【図 15】

図15



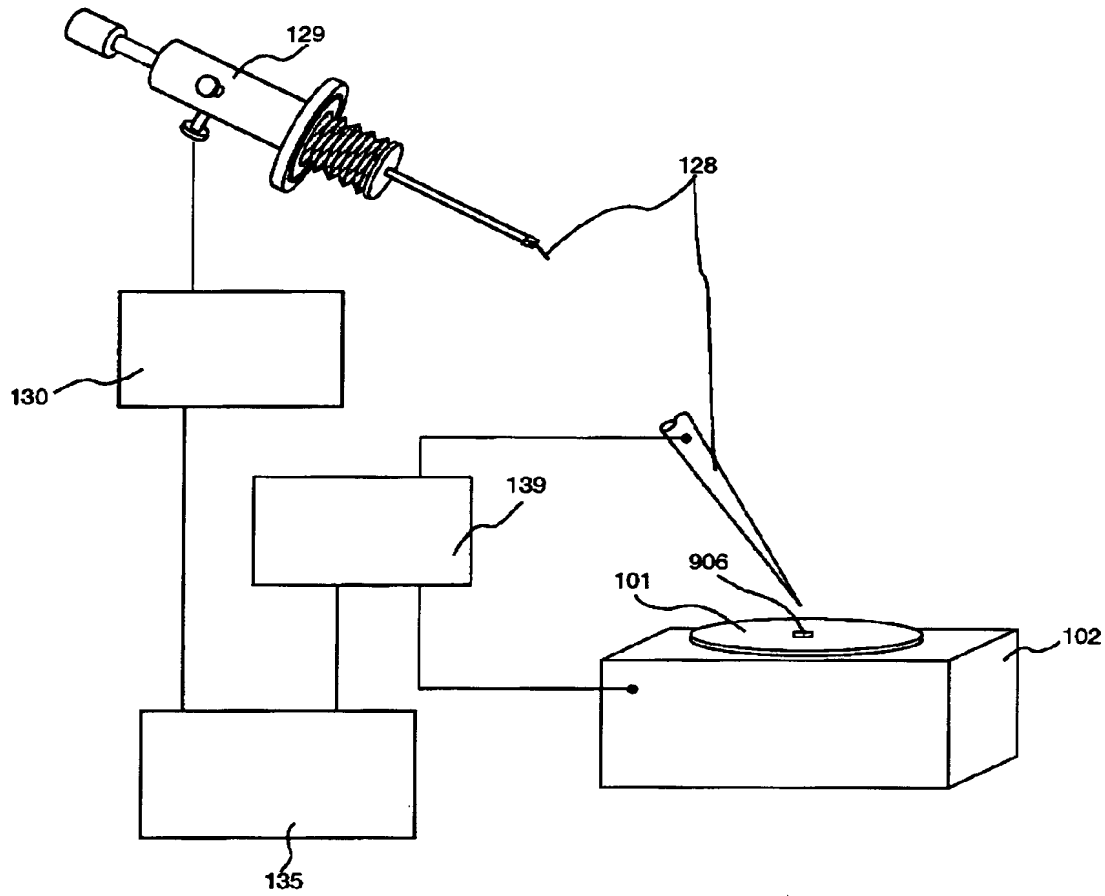
【図 16】

図16



【図 17】

図17



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 解析用試料作製において、微小試料を変質させる可能性が少なく短時間で微小試料を試料ホルダに固定可能であり、微小試料の加工体積を小さくしてもTEM観察やEDX分析に問題がない試料作製装置および方法を提供する。

【解決手段】 イオンビーム104加工により作製した微小試料をプローブ128で摘出し、その状態でプローブ通電回路139によりプローブ128と微小試料ホルダ138間に電圧を印加する。その後、プローブ位置制御装置130によりプローブ駆動装置129を移動させ、プローブ128の先端から5 $\mu$ m程度根元側の部分を微小試料ホルダ138の耳部端面に接近させることにより、通電溶接によりプローブ128と微小試料ホルダ138が接合点において固定される。次にプローブ128の接合点よりも根元側をイオンビーム104で切断することにより、微小試料はプローブ128の先端を介して微小試料ホルダ138への固定が完了する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 0 1 6 6 5
受付番号	5 0 3 0 0 0 1 3 8 0 9
書類名	特許願
担当官	森吉 美智枝 7 5 7 7
作成日	平成 1 5 年 2 月 1 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 1月 8日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 0 1 6 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 5 0 1 3 8 7 8 3 9 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 1 0 月 3 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区西新橋一丁目 2 4 番 1 4 号

氏 名

株式会社日立ハイテクノロジーズ